

CONCEPTUALIZACIÓN DE LA "LUZ" EN NIÑOS DE SEIS A NUEVE AÑOS

“LIGHT” CONCEPTUALIZATION IN CHILDREN AGED BETWEEN 6 AND 9

Aníbal Mendoza Pérez, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia, e mail:

amendoza@guayacan.uninorte.edu.co

Víctor López-Tosado, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico. e-mail :lopez-

tosado@juno.com

Resumen

En este estudio se identificaron las concepciones alternativas que presentan cinco niños de una escuela de Puerto Rico acerca del concepto de Luz. Las concepciones encontradas en este estudio se comparan con las obtenidas por el equipo de Driver, R. al trabajar con niños/as de 13 a 14 años y la de las obtenidas en los trabajos de Feterstonhaugh, T. y Treagust, D., quienes diseñaron un modelo de enseñanza para propiciar el cambio conceptual de la luz, basado en el modelo de Posner et. al (1982) y Hewson y Hewson (1983). La información fue recogida a través de entrevistas profundas. Se presentan varias recomendaciones para la enseñanza de la Óptica en niños de primaria.

Palabras clave: luz, entrevistas profundas, concepciones alternativas, cambio conceptual.

Abstract

‘Alternative’ conceptions (misconceptions, pre-conceptions) about light concept in five children from a Puerto Rican school are identified in this research. The findings are compared with those of Driver’s team when working with children aged 13-14, and with those of Feterstonhaugh and Treagust’s works. These latter authors designed a teaching model to favor the conceptual change of light concept. This model was based upon the ones by Posner et al (1982), and by Hewson and Hewson (1983). Data in this study were collected through depth interviews. Some suggestions and recommendations for teaching Optics to primary school children are presented.

Keywords: light, depth interviews, ‘alternative’ conceptions, conceptual change.

INTRODUCCIÓN

Este estudio está enmarcado en la línea de investigación que dirige el Dr. Víctor López-Tosado como parte del proyecto colaborativo entre la Universidad de Puerto Rico (UPR)-Facultad de Educación- y la Escuela Juan Ponce de León en el barrio Juan Domingo de Guainabo. Se categorizaron y analizaron las concepciones alternativas de la luz en niños/as cuyas edades están comprendidas entre seis y nueve años. Se compararon estas concepciones alternativas con las encontradas por los equipos de investigación de (Driver, 1992) y (Fetherstonghaugh y Treagust, 1992), quienes han realizado estudios sobre las concepciones de la luz en niños de 10 a 15 años.

En nuestro trabajo se identificaron aquellas concepciones que guardan relación con las encontradas por estos autores. De igual forma, se presentan varias categorías que hasta el momento no hemos identificado en el examen de la literatura acerca de este tema. Se analizaron las diferentes categorías encontradas sobre las concepciones de la luz que poseen los niños, a través de la descripción e interpretación de las expresiones que utilizaron en las charlas llevadas a cabo. El objetivo general es identificar y analizar los esquemas del concepto de luz y sus propiedades en niños de seis a nueve años. Dentro de los objetivos específicos tenemos: identificar y categorizar las concepciones sobre la "luz" en niños de seis a nueve años a través de entrevistas a profundidad, y recomendar estrategias de enseñanza de las Ciencias Naturales a nivel elemental, que estén en consonancia con las formas de pensar de los niños y que permitan superar sus concepciones alternativas.

Dentro del examen de la literatura acerca de las concepciones de la luz, sobresalen los trabajos realizados por el equipo de Driver, Feterstonhaugh, T. y Treagust, D., los cuales analizaremos ampliamente en este estudio. El primero obtuvo cuatro categorías halladas en niños de 13 a 14 años y los dos últimos autores diseñaron un modelo de enseñanza para propiciar el cambio conceptual de la luz, basado en el modelo de

Posner et al (1982) y Hewson y Hewson (1983). Los hallazgos obtenidos por el equipo de Driver, R. (1992), se pueden resumir en las siguientes categorías que nos dan una idea del progreso de las concepciones sobre **la visión**, hasta llegar hasta la típica concepción del físico. El primer nivel lo denominan "**baño de luz**". En este nivel no se define, para poder ver, ningún mecanismo entre el ojo, la luz y el objeto; es decir, el objeto y el ojo se encuentran "bañados" por la luz del ambiente o luz diurna, sin que se de una interacción entre ellos. En el segundo nivel, el niño tampoco percibe un mediador entre el ojo y el objeto, pero en este caso la luz desempeña un papel más activo: ilumina el objeto. Se visualiza este nivel como un rayo de luz que va directamente al objeto y de esa manera éste puede ser visto por el niño. Otro nivel que se presenta, aún cuando pocos niños se lo imaginan, es el que ocurre cuando el objeto es iluminado tanto por la luz de la fuente como la visión que parte del ojo. El cuarto nivel es el del físico, en el cual, la luz va al objeto y luego de reflejarse va al ojo, raramente es observado como esquema de los niños. Además de los anteriores modelos, estos autores encontraron dos concepciones distintas de la luz: En niños de 10-11 años prevalecía la concepción que asimila la luz a su fuente, a sus efectos o a un estado, es decir, relacionan la luz con el sol, una lámpara, una sombra un brillo etc. La segunda concepción surge en niños de 13-14 años quienes asocian la luz como una entidad distinta, ubicada en el espacio entre su fuente (sol) y el efecto que produce.

Al proseguir con el examen de la literatura acerca de las concepciones de la luz, tenemos el trabajo realizado por (Fetherstonhaugh, T. y Treagust,D.,1992), quienes se propusieron conocer acerca del entendimiento que tenían los estudiantes de este concepto. Para ello, diseñaron y desarrollaron materiales para evaluar la eficacia de las estrategias de enseñanza, y para que sirvieran como base para propiciar el cambio conceptual acerca de la luz y sus propiedades. Para cumplir con este objetivo, se basaron en el modelo propuesto por Posner et al (1982) y Hewson y Hewson (1983), estos autores desarrollaron cuatro módulos para la enseñanza de la luz y sus propiedades, los cuales sugieren un esquema de enseñanza, basado en cuatro condiciones, a saber: diagnosticar errores conceptuales de los estudiantes, desarrollar procedimientos de enseñanza que generen conflictos en los estudiantes, implementar estrategias de enseñanza de acuerdo con las concepciones de los estudiantes y desarrollar técnicas de evaluación que indiquen los progresos del cambio conceptual.

De acuerdo con este modelo, desarrollaron un currículo el cual estaba dirigido a establecer los objetivos de enseñanza requeridos acerca de cómo se refleja la luz y cómo trabajan las lentes. Estos módulos giraban alrededor de cuatro preguntas: **¿cómo viaja la luz?, ¿cómo vemos?, ¿cómo se refleja la luz? y ¿cómo trabajan las lentes?**. Los módulos fueron diseñados para cambiar las concepciones de los estudiantes identificadas, acerca de la luz y sus propiedades. Otro de los trabajos en cuanto a las conceptualizaciones de los niños sobre el fenómeno de la luz, es el realizado por Bandall, S. y Goldberg, F. (1993), quienes diseñaron el estudio para describir los eventuales conocimientos previos de profesores de escuelas de primarias acerca de varios aspectos de la luz, tales como visión, sombras, y formación de imágenes.

METODOLOGÍA

Participaron en este estudio cinco estudiantes, dos niñas, una de seis años y otra de nueve años. De los tres niños, dos tienen edades de siete años y uno de seis años. La información fue recogida a través de entrevistas profundas para conocer aspectos relacionados con el comportamiento de los niños, de las niñas y de sus procesos de aprendizaje, se llevaron a cabo conversaciones con los profesores de estos niños. Se desarrollaron entrevistas, en las cuales se les presentó a los niños tareas relacionadas con el concepto de luz y se utilizó la Entrevista Profunda en una habitación con luz natural. Se utilizaron preguntas como las siguientes: ¿En dónde hay luz en esta habitación? ¿Qué es una sombra? y ¿cómo se forma? ¿La luz se mueve? ¿Qué hace la luz? ¿Qué es la luz? ¿De una fuente te llega luz?, ¿tu ojo recibe luz?

Para complementar el estudio exploratorio acerca de las concepciones de luz en los niños, se les presentó una hoja donde están representados los cuatro niveles de entendimiento de la visión encontrados por el equipo de Driver, con el propósito de que ellos seleccionen el que más les parezca. Además, se les interrogó para que ellos expresaran la razón por la cual lo escogieron. Como ninguno de los modelos se ajustó a su concepción, se les pidió que la expresaran a través de un dibujo.

RESULTADOS

Para explicar cómo podemos ver los cuerpos, a los alumnos se les presentó un dibujo donde aparece **un árbol, un sol y un niño**. Se les pidió que explicaran cuál debería ser la trayectoria a seguir de la luz, para que el **niño** pudiera ver el árbol. Estos resultados al igual que los obtenidos en las entrevistas profundas se resumen en las tablas que se presentan más adelante.

Las siguientes son las notaciones y descripciones que identifican las concepciones acerca del concepto de luz halladas en los niños de seis a nueve años:

1. BL: “ baño de Luz “. El objeto y el ojo se encuentran “bañados” por la luz del ambiente o luz diurna, sin que se de una interacción entre ellos.
2. LVC: Tanto la fuente luminosa como la “visión del niño” alumbran el cuerpo
3. LCO: La luz va primero al cuerpo y luego de reflejarse en éste, se dirige al ojo (modelo del físico).
4. LUE: (luz ubicada en el espacio). La luz sale de la fuente y se encuentra por todas partes.
5. LUF: (luz ubicada en la fuente). La luz se encuentra en las lámparas, en el sol, etc.
6. LPV: La luz puede viajar, pero al hacerlo, no alcanza una grán distancia.
7. LCV: La luz es una condición necesaria para poder ver los cuerpos.
8. CR: Concepto de reflexión
9. AVO: Los animales como el búho y el murciélago pueden ver en la oscuridad.
10. ANVO: Los animales como el búho y el murciélago **no** pueden ver en la oscuridad.
11. CAC: Los cuerpos alumbran unos más que otros según el grado de su claridad.

12. OCV: En la oscuridad los cuerpos claros se pueden ver.

Tabla No 1

Concepciones de los niños de seis a nueve años acerca del concepto de luz

Concepciones			
BI	LVC	LCO	LUE
<p>I: ¿ Cómo crees que la luz del sol te ayuda a ver el árbol?</p> <p>J: Yo digo que la luz va al árbol.</p> <p>I: Tú crees que la luz va al árbol.</p> <p>I: ¿ Y después, se queda ahí?</p> <p>J: La luz alumbr a al nene también</p>	<p>I: Aquí la luz va de la lámpara al objeto y de tu ojo al objeto. Y acá en este dibujo va de la lámpara al objeto y del objeto..</p> <p>F: a tu ojo.</p> <p>I: ¿Cuál crees que es, el dos o el tres ?</p> <p>F: Ya lo tengo pensado. El tres</p> <p>I: ¿ Por qué ?</p> <p>F: Porque el tres, la lámpara refleja al objeto y yo lo veo al objeto.</p>	<p>I: ¿Me vas a mostrarla con una flecha, donde va la luz para que se forma la luz del sol te ayuda a asombra. Aquí está la luz del sol ?</p> <p>E: Hacia el árbol después al niño.</p> <p>I: ¿ La luz está en todas partes?</p> <p>I: Dibújalo, explícame, ¿qué fue lo que dijiste?, ¿qué fue lo que dibujastes?</p> <p>E: Primero llega el sol donde el árbol y después donde el niño.</p>	<p>I: e podrías decir por donde va la luz para que se forma la luz del sol te ayuda a asombra. Aquí está la luz del sol ?</p> <p>J: La luz está en todas partes.</p> <p>I: ¿ La luz está en todas partes?</p> <p>J: Está alumbrando por aquí, por allá</p>

Tabla No 2

Concepciones de los niños de seis a nueve años acerca del concepto de luz

Concepciones			
LUF	LPV	LCV	CR
<p>I: Los ángeles no podrán dormir sino ven la luna uh, muy bien y dime una cosa, aquí en este salón, ¿hay luz?</p>	<p>I: Vamos a seguir hablando Francisco. Tu me decías que puedes ver.</p> <p>F: Nada</p>	<p>I. haber explicame para ti cuando hablas de la luz, ¿ qué estuyos son blanco y eso ?, ¿ cómo lonegro, ¿ y cuál es la entiendes tu?</p>	<p>I. Dime una cosa Francisco, tu me dices que los ojos son blanco y lonegro, ¿ y cuál es la parte de tus ojos que</p>

<p>P: Si</p> <p>I: ¿donde?</p> <p>P: En el techo</p> <p>I: ¿En qué parte?</p> <p>P: En el círculo.</p> <p>I: (Patricia se refiere a una lámpara en forma circular.</p>	<p>I: Y si tu tienes esaY. yo lo entiendo pueden ver? mesa como ésta, y como, lo alumbra y aquí colocas unanos da luz para ver y</p> <p>F: La parte negra, lamparita. Y esta para poder conocer a pero en tus ojos si tu lo ves negro es marrón, si tu lo ves marrón son negros.</p> <p>I: Explicame eso haber, como es</p> <p>F: Acá dentro en la cosita, en la cosita que está más adentro tu, la, yo me estoy reflejando ahí en tus ojos y</p> <p>I: ¿Y qué es eso de reflejar?</p> <p>F: ¿Reflejar? que tu te ves mismo, que tu mismo te ves.</p> <p>F: mesa está como a 20las cosas. lo ves negro es marrón, si tu lo ves marrón son negros.</p> <p>I: kilómetros y allá en la esquina en el extremo....</p> <p>F: ¿ Allá en el computador?</p> <p>I: Tu prendes la lamparita. ¿Hasta donde crees que llega la luz?</p> <p>F: Hasta acá, se puede ver toda esta área (Francisco señala hasta un metro aproximadamente indicando todo el área alrededor de la lámpara), porque no puede llegar hasta allá.</p>
--	---

Tabla No 3

Concepciones de los niños de seis a nueve años acerca del concepto de luz

AVO	ANVO	CAC	OCV
<p>I: Oye tu escuchas por ahí que los gatos pueden ver en la oscuridad. ¿Tu que dices de eso?</p>	<p>P ... los murciélagos, tu prendes la luz yno ellos se van.</p>	<p>I: ... Y las cosas que alumbran?</p>	<p>I. ... ¿ José el que está Felix, si está oscuro completamente ?</p>
<p>F: Por que los ojos de los gatos son amarillos.</p>	<p>P: Porque los murciélagos no ven, ven igual que los búhos. Los búhos de día, miran de noche, porque los ojos se alumbran.</p>	<p>J: Si el sol no es amarillo, no alumbr Y.</p>	<p>puede ver,...algunas cosas....y si tiene por supuesto una ropa blanca lo puede ver bien .</p>
<p>I: ¿Será que los gatos pueden ver en la oscuridad?</p>	<p>I: ¿Y por qué se van?</p>	<p>J: Si el sol no es amarillo, no alumbr Y.</p>	<p>puede ver,...algunas cosas....y si tiene por supuesto una ropa blanca lo puede ver bien .</p>
<p>F: No.</p>	<p>I: Ah, interesante eso, los búhos ven es de noche ¿que tienen en los ojos para que vean de noche ?</p>	<p>I: Y tu me decías que los ojos de los gatos eran blancos.</p>	<p>I. ¿ y por qué una ropa blanca ?.</p>
<p>I: No, ¿ por qué no pueden ver?</p>	<p>I: Ah, interesante eso, los búhos ven es de noche ¿que tienen en los ojos para que vean de noche ?</p>	<p>I: Y tu me decías que los ojos de los gatos eran blancos.</p>	<p>I. ¿ y por qué una ropa blanca ?.</p>
<p>F: Por que, pero no pueden ver perfectamente animalitos pequeñitos como la reinitas.</p>	<p>P: De día no pueden ver por que si, ellos ven de día, van a estar con los ojos abiertos y no pueden saber donde están , así que deben de dormir de día.</p>	<p>I: Y tu me decías que los ojos de los gatos eran blancos.</p>	<p>I. ¿ y por qué una ropa blanca ?.</p>
<p>I: ¿Y tú si puedes ver algo que el gato no puede ver?</p>	<p>I: ¿ Y no ven será porque están dormidos o algo en los ojos que no les permite ver de día?</p>	<p>I: Y tu me decías que los ojos de los gatos eran blancos.</p>	<p>I. ¿ y por qué una ropa blanca ?.</p>
<p>F: Si yo puedo ver algo que el gato no puede ver, pero con la lupa.</p>	<p>I: ¿ Y no ven será porque están dormidos o algo en los ojos que no les permite ver de día?</p>	<p>I: Y tu me decías que los ojos de los gatos eran blancos.</p>	<p>I. ¿ y por qué una ropa blanca ?.</p>
<p>I: ¿ Aún cuando estés en un cuarto oscuro?</p>	<p>P: tienen unas cosas que no les permite ver de día.</p>	<p>I: Y tu me decías que los ojos de los gatos eran blancos.</p>	<p>I. ¿ y por qué una ropa blanca ?.</p>
<p>F: No, nada</p>	<p>P: tienen unas cosas que no les permite ver de día.</p>	<p>I: Y tu me decías que los ojos de los gatos eran blancos.</p>	<p>I. ¿ y por qué una ropa blanca ?.</p>

DISCUSIÓN

En este estudio se han identificado a profundidad concepciones de los niños acerca de la luz. Muchas de estas ideas están en consonancia con las halladas por varios autores que han estudiado este fenómeno

físico. A continuación se presentan las categorías que hallamos en este estudio, que son semejantes a las obtenidas por el equipo conformado por Driver, R.; Guesne, E. & Tiberghien, A.

Categorías:

1. Para ver un cuerpo se presenta el modelo del “baño de luz”, según este modelo el cuerpo y el ojo se encuentran bañado por la luz del ambiente sin que se produzca una interacción entre ellas. (este modelo lo codificamos como BL y se encontró en las concepciones de los niños Y, F, J)
2. Para ver un cuerpo se presenta el modelo codificado como LVC, según el cual, tanto la fuente luminosa como la visión del niño alumbran el cuerpo (P, F)
3. Para ver los cuerpos la luz realiza el siguiente recorrido: la luz va al cuerpo y luego de reflejarse sigue al ojo. Es el modelo utilizado por el físico (LCO). (J, E).
4. En Y,P, E, F y J se encontró la concepción de la luz como una entidad ubicada en el espacio. La luz sale de la fuente y se encuentra por todas partes.
5. Asocian la luz ubicada en la fuente, por ejemplo, en una lámpara. (P, E y J)
6. La luz puede viajar y no alcanza una gran distancia (Y,E, F, J y P)
7. Vemos porque miramos los objetos y se requiere la luz como condición para ver. (F, E, Y, J, P).
8. Surge el concepto de reflexión de la luz (F, E).
9. Los animales como el búho y el murciélago pueden ver en la oscuridad. (J).
10. Hay animales como los murciélagos y los búhos que no pueden ver de día (P).
11. Los gatos y algunos otros animales no pueden ver en la oscuridad (F).

A continuación se presentan las concepciones que difieren de las encontradas en el examen que se realizó en la literatura. Al igual que en el caso anterior se señala entre paréntesis las letras que identifican a los niños que la manifestaron.

1. Se diferencia el color de la Luna de la del Sol. El Sol alumbraba más que la Luna para ver los cuerpos. Los cuerpos alumbran unos más que otros según el grado de su claridad. Las cosas de color claro alumbran como si tuvieran luz propia. (P, J)
2. El sol sólo da la luz de día y en la noche alumbraba a la luna (P)
3. Hay diferencia entre la luz natural y la luz artificial (E, Y).
4. Asocian los conceptos de sombra y calor con lo de fresco y caluroso (P).
5. En la oscuridad se pueden ver los objetos claros. Por ejemplo, las cosas blancas o personas rubias. Es como si la luz se originara en las cosas claras. (J, F).
6. La cantidad de luz determina la distancia que ésta puede recorrer. (Y).
7. Existe la idea de que las personas ven los objetos de diferentes colores de acuerdo con el color de sus ojos (F).
8. Hay una concepción de que el tamaño de los animales determina si ellos pueden ver a las cosas pequeñas o grandes. Los animales ven las cosas de manera inversa a su tamaño. Los animales grandes ven las cosas pequeñas porque de acuerdo con sus dimensiones tienen mayor acercamiento para ver los objetos.(F).
9. Se comprende el papel desempeñado por la lupa como un instrumento óptico que forma una imagen de mayor tamaño que el objeto. (F).
10. La luz ayuda a ver los objetos mediante el siguiente recorrido: el Sol alumbraba a una persona y luego ésta ve al cuerpo que tiene a su alrededor. (Y).
11. Se posee el concepto de transparencia como una condición para que se puedan ver los cuerpos. Se

asemeja la transparencia al vidrio. Se diferencia los cuerpos transparentes de los opacos. Se establece diferencia entre los cuerpos oscuros y claros; no se puede ver a través de los cuerpos oscuros y sí a través de los cuerpos claros. (F).

Pensamos que estas categorías que se han identificado en estos niños/niñas, es un punto de partida para seguir investigando más profundamente acerca de las concepciones que tienen los niños de la luz y sus propiedades. En el estudio que seguiremos llevando a cabo sobre este tema, es necesario investigar la génesis de estas concepciones.

RECOMENDACIONES PARA LA ENSEÑANZA

Para la enseñanza exitosa en óptica, el profesor primero que todo tendrá que evaluar en que nivel del concepto se encuentran los niños. Un objetivo primario en el aprendizaje de la óptica es la concepción de luz como entidad en el espacio. Sin esta concepción y uso sistemático, los niños podrían atribuirle a la entidad "luz en el espacio" propiedades que no concuerdan completamente con el modelo del físico.

El conocimiento de los niveles conceptuales que tienen los niños acerca del concepto de luz, favorece la selección y preparación de experimentos para ayudarles a transformar sus ideas al modelo universal del físico. Si conocemos las ideas previas de los niños, podemos atacarlas mediante experiencias que les generen conflictos, de manera que les obliguen a reconsiderarlas. El conocimiento de las ideas infantiles nos permite escoger actividades de aprendizajes que pueden ser interpretadas por los estudiantes más fácilmente en el sentido que pretendemos. Por ejemplo, el equipo de Driver (1992) establece que la mayoría de los niños de 13-14 años reconocen que un espejo tienen la propiedad de reflejar la luz, pero piensan que los otros objetos no lo hacen. En este caso el profesor puede proponer experiencias semejantes para convencerles de que la luz es reflejada por los objetos corrientes. A mediodía, en verano, un pedazo de papel blanco deslumbrará cuando reciba la luz del sol.

Se puede pensar que a través de la definición del " factor de aprendizaje" (Mendoza, A. 1996), es viable ayudar al profesor a desarrollar la clase atendiendo las distintas nociones que presentan los estudiantes. Para ello se requiere que cada concepto que se vaya a enseñar sea primero dividido y ordenado en subniveles de complejidad, luego a través de un proceso de indagación de las concepciones que tienen los estudiantes, se determina en qué nivel de complejidad del concepto están ubicados. Después de hacer ésto, se agrupan los alumnos de la clase de acuerdo con los subniveles en que se encuentran. Realizar esta tarea previamente, le facilita al profesor seleccionar la tarea adecuada para buscar la transformación de las concepciones de los estudiantes hasta equipararla con la del modelo del físico.

Otra recomendación para la enseñanza que se deriva de la forma como piensan los niños/as acerca del fenómeno de la luz, es la realización de experiencias diseñadas para generar choque cognoscitivo en los estudiantes. En este estudio un niño pensaba que podía ver a su hermanito en un cuarto completamente oscuro. Se le sugirió que llevara a cabo la experiencia y luego que la realizó comentó que no había visto nada. Con experiencias como éstas, los niños pueden cuestionar sus concepciones y de esa manera se ubican en la vía para que se produzca en ellos el cambio conceptual.

BIBLIOGRAFÍA

Bendall, S. y Goldberg, F. Prospective elementary teachers' prior knowledge about light. *Journal of Research in Science Teaching* **30**[9], 1169-1187, 1993.

Fetherstonhaugh, T. y Treagust. Students' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. *Science Educational* **76**[6], 653-672. 1992.

Guesne, E.; Driver, R. & Tiberghien, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Ediciones Morata, España, 1992.

Hewson, M.G.; & Hewson, P. W. Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, **20**, 731-743, 1983.

Mendoza, A. Factores de escala y de aprendizaje. Ponencia presentada en el *8vo Encuentro Nacional de Educación y Pensamiento*. Universidad de Puerto Rico. Ponce, Puerto Rico, 1996.

Posner, G.J. ; Strike, K.A.; Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, **66**, 211-227, 1982.